日　本　国　特　許　庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日
Date of Application:　２００２年１０月１６日

出願番号
Application Number:　特願２００２－３０１７６２

[ST.10/C]:　[ＪＰ２００２－３０１７６２]

出願人
Applicant(s):　セイコーエプソン株式会社

２００３年　７月　１日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office　太田信一郎

出証番号　出証特２００３－３０５２１１６

【書類名】　特許願
【整理番号】　J0095254
【あて先】　特許庁長官殿
【国際特許分類】　H03H　9/25
【発明者】
　【住所又は居所】　長野県諏訪市大和３丁目３番５号　セイコーエプソン株式会社内
　【氏名】　高木　道明
【発明者】
　【住所又は居所】　長野県諏訪市大和３丁目３番５号　セイコーエプソン株式会社内
　【氏名】　前田　佳男
【発明者】
　【住所又は居所】　長野県諏訪市大和３丁目３番５号　セイコーエプソン株式会社内
　【氏名】　山崎　隆
【発明者】
　【住所又は居所】　長野県諏訪市大和３丁目３番５号　セイコーエプソン株式会社内
　【氏名】　飯澤　慶吾
【特許出願人】
　【識別番号】　000002369
　【氏名又は名称】　セイコーエプソン株式会社
【代理人】
　【識別番号】　100095728
　【弁理士】
　【氏名又は名称】　上柳　雅誉
　【連絡先】　０２６６－５２－３１３９

【選任した代理人】
　　【識別番号】　100107076
　　【弁理士】
　　【氏名又は名称】　藤綱　英吉
【選任した代理人】
　　【識別番号】　100107261
　　【弁理士】
　　【氏名又は名称】　須澤　修
【手数料の表示】
　　【予納台帳番号】　013044
　　【納付金額】　21,000円
【提出物件の目録】
　　【物件名】　明細書　1
　　【物件名】　図面　1
　　【物件名】　要約書　1
　　【包括委任状番号】　0109826
【プルーフの要否】　要

【書類名】明細書

【発明の名称】弾性表面波共振子

【特許請求の範囲】

【請求項１】　圧電体平板上の伝播方向ｘに弾性表面波を励振する１個のすだれ状電極とその伝播方向両側に配置した１対の反射器とからなる弾性表面波共振子について、前記すだれ状電極が、３つの領域に区分されかつ、各領域の前記すだれ状電極の電極指を２％以内で異なる一定の周期長で形成して、単峰性の共振特性を有する弾性表面波共振子において、

前記のすだれ状電極領域における振動変位包絡線振幅の規格化した形が、中央位置において最大値１をとり、両端から1/4の位置において、0.33から0.53の範囲、両端位置において0.048から0.177範囲の値を滑らかにとる形状であることを特徴とする弾性表面波共振子。

【請求項２】　前記３つの領域に区分されたすだれ状電極の配列周期長について、両側に配置したすだれ状電極の配列周期長がＰＴｓ、中央に配置したすだれ状電極の配列周期長がＰＴｃ、反射器の配列周期長ＰＲの寸法間の大小を、ＰＲ＞ＰＴｓ＞ＰＴｃの関係に設定し、ＰＴｃ／ＰＴｓの比が0.985から0.995の範囲であり、ＰＲ／ＰＴｓは1.0から1.01の範囲であり、

前記中央に配置したすだれ状電極の対数をＭｃとし、全体の対数Ｍとの比であるＭｃ／Ｍが0.1から0.6の範囲であることを特徴とする請求項１記載の弾性表面波共振子。

【請求項３】　前記すだれ状電極と前記反射器はアルミニウム金属からなり、また前記すだれ状電極は正負電極指を１対としてＭ対、前記反射器はＮ本の電極導体からなり、それらの総和Ｍ＋Ｎを180から240の範囲となし、かつ前記すだれ状電極の対数Ｍは50から120の範囲であり、

前記電極１本当りの弾性表面波の反射係数γが0.005から0.015の範囲として、すだれ状電極全体が有するトータル反射係数Γを1.8＞Γ＞0.25であり、

前記反射器と前記すだれ状電極間の最も近接した平行導体間の距離は、すだれ状電極の１周期長が有するラインとスペースのうちスペースからなり、

前記すだれ状電極の配列周期長ＰＴｓ、ＰＴｃ、反射器の配列周期長ＰＲの寸

法を、ＰＲ＞ＰＴｓ＞ＰＴｃの関係に設定し、ＰＴｃ／ＰＴｓの比が0.985から0.995の範囲であり、ＰＲ／ＰＴｓは1.0から1.01の範囲であり、前記中央に配置したすだれ状電極の対数をＭｃとし、全体の対数Ｍとの比であるＭｃ／Ｍが0.1から0.6の範囲であることを特徴とする請求項１記載の弾性表面波共振子。

【請求項４】　前記圧電体平板は、水晶回転Ｙ板を電気軸（Ｘ軸）回りに反時計方向に回転角θ＝３１度から４２度回転し、かつ弾性表面波の伝播方向ｘを、前記電気軸（Ｘ軸）より４０度から４６度の範囲で面内回転した回転STカット水晶板であることを特徴とする請求項１記載の弾性表面波共振子。

【請求項５】　前記Ｍが100±5、Ｎが80から140の範囲、ＰＴｃ／ＰＴｓの比が0.995±0.001、全体の対数Ｍとの比であるＭｃ／Ｍが0.5±0.05であることを特徴とする請求項3記載の弾性表面波共振子。

【発明の詳細な説明】

【０００１】

【発明の属する技術分野】

本発明は、水晶等の圧電体平板上に、レイリー型とかSTW（Surface Transversal Wave）型の弾性表面波を利用して、振動エネルギーを格段に共振子の中央に集中してＱ値及びＣＩ値を向上した、新しい形式のいわゆるエネルギー閉込型の弾性表面波共振子（以降省略して、SAW共振子と称する）に関する。

【０００２】

【従来の技術】

従来、圧電気を有する水晶STカット基板（圧電体平板の一例）を用いて構成するSAW共振子は、その周波数温度特性が零温度係数をもち精度が良いために、各種高速ネットワーク系のデータ伝送用水晶発振器の発振素子として使用されているが、これはジッタが無く位相ノイズに優れた信号が高信頼性かつ低コストに容易に得られるという長所があるためである。

しかしながら近年、前記のネットワーク系の信号伝送速度がGHz帯にまで高速化するとともに、より高精度な水晶発振器が求められるに至っている。そこで最近注目されて来たものとして、前記STカットの精度±100ｐｐｍ(0～70℃範囲)に対して、約半分（精度±50ｐｐｍ）の周波数温度特性が得られる回転STカット水

晶板を用いたSAW共振子がある(参考文献として、特開昭57-73513公報)。前記の基板は、レイリー型弾性表面波を利用している。

このような回転STカット水晶板（以降、Rotated　ST-CUTからR-ST基板と称する）について、図１３にその方位を示す。図中の１３０２が水晶結晶の基本軸である電気軸X,１３０３が機械軸Y,１３０４が光軸Zであり、R-ST基板は、１３０１で示すY板を電気軸X回りにθ度（特に零温度係数が得られるθ＝３１度から４２度）回転した基板１３００において、さらに前記基板（１３００と１３０７は同一）での電気軸X軸（＝素子のy軸）からの面内の回転角Ψ＝±（４０～４６）度方位を使用する弾性表面波の位相伝播方位（X'＝素子のｘ軸）としたものである。

R-ST基板を利用したSAW共振子１３０６については、後述の図５ようにｘ軸に沿って形成される。例えば金属アルミニウムからなる多数の平行導体の電極指を周期的に配置したすだれ状電極(以下略してIDT：Interdegital　Transducerと称す)を形成し、さらにその両側に一対の反射器を多数のストリップ形状からなる電極導体を平行にかつ周期的に配置して構成し、１ポート型のＳＡＷ共振子を形成できる。

【０００３】

より詳細には、例えば良く知られたSTカット（θ＝３１から４２度であり、弾性表面波の位相伝播方向が電気軸（Ｘ軸）方位）におけるＳＡＷ共振子においては、前記IDTを構成する際の要点として、正電極と負電極を１対としてＭ対としたときに、ＩＤＴの電極指全体でのトータル反射係数Γを次式（１）の通り定義した上で、10＞Γ＞0.8とすれば、振動エネルギーが共振子の中央に集中した、いわゆるエネルギー閉込型ＳＡＷ共振子（参考文献：エネルギー閉じ込め弾性表面波共振子，信学技法ＵＳ８７－３６，ｐｐ９－１６（１９８７.９.））を実現できることが知られている。

【０００４】

【数１】

$$\Gamma = 4MbH/\lambda \qquad (1)$$

【０００５】

但し、ここでＭは前記IDTの対数、ｂは電極１本当たりの弾性表面波の反射係数率、Ｈは前記導体の膜厚、λは利用する弾性表面波の波長である。

【０００６】

例えば、ＳＴカット水晶板で前記アルミニウム導体で形成されたIDTであれば、ｂ＝0.255、Ｈ／λ＝0.03（３％）としてＭ＝８０対とすれば、QおよびCI特性が良好な従来型の１ポート型ＳＡＷ共振子を構成できる。このとき前記Γ＝2.448程度となる。なお一般的言われている電極1本当りの反射係数γは、このＳＴカット水晶板の場合、前述の式（１）からγ＝ｂ（Ｈ／λ）＝Γ／（４Ｍ）＝0.00765（0.76％）となる。

【０００７】

また、前述のエネルギー閉じ込め型弾性表面波共振子の振動変位の状態を、最近開発した計算手法により計算してみると、図２のような状態にあることがわかった。前記の振動変位とは、時間とともに周期的に定常振動する振幅変位の最大値を結んだ包絡線振幅U(x)のことである(図中201)。図２において、横軸は両側2個の反射器とIDTから構成されるSAW共振子の電極1本のなす線幅の中央位置(節点)の位置座標を示し、縦軸については、左側は前記U(x)の相対値を、右側は前記U(x)の最大値であるUmax=3.3によって、前記U(x)を規格化したN(x)＝Ｕ（ｘ）/Umaxの値を示す。また図２の上部に示した0から1の座標は、IDTの前記位置座標をIDTの全長にて規格化した座標値であって、片方の端を０、もう一方の端を１としてある。従来のSAW共振子における前記の規格化振幅N(x)は、IDT領域の中央位置である全長の1/2において、N(x)＝１であり、1/4と3/４において0.78をとり、IDTの両端0、1において0.30の値をとる余弦関数状の滑らかな関数であることがわかった。この関数の形を後述のためにN0(x)とおいて標準型と呼ぶことにする。また本願の主題である、N0(x)よりさらにエネルギの中央集中度を増すアイデア的検討結果は、本願発明者等の文献である特開平10-335966公報において提示したが、ここではまだ定量化されて詳細かつ実用的具体例としては記述されるに至っていなかった。

【０００８】

【特許文献1】

特開昭57-73513公報

【特許文献2】

特開平10-335966公報

【非特許文献1】

信学技法ＵＳ８７－３６，ｐｐ９－１６（1987.9）

【０００９】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、前述の従来技術を使用し、同一のSAW共振子の構成をとっても、本願の主題であるR-ST基板を利用したSAW共振子においては、従来と同等な高いQ値と、水晶発振器に使う上で、適切に低いＣＩ値（等価直列抵抗R1）が得られないという問題点を有していた。

【００１０】

この原因は、STカットにて利用されるレイリー波（縦波と横波の合成）に対して、R-ST基板での前記反射係数γが約半分と小さいことにより、前記Γを同一値に保つためには、前記IDTの対数Ｍと反射器の導体本数Ｎが約2倍必要となるためである。従って、同一の素子サイズでは、Ｑ値低下、ＣＩ値の増大となり、小型化が困難であるという問題点があきらかになった。

【００１１】

そこで本発明は、前記の筆者等の文献である特開平10-335966の手法をさらに発展させて、このような問題点を解決するものである。

【００１２】

その目的とするところは、R-ST基板を利用し、周波数温度特性が優れかつ材料のＱ値が優れた水晶基板を用いてＳＡＷ共振子を構成し、さらにこれを用いて小型で高Ｑ値なＳＡＷ共振子を実現して、これ等を使用した低ジッタかつ低位相ノイズなクロック信号源であるＳＡＷ発振器および電圧制御型ＳＡＷ発振器をギガビット系の高速有線通信市場に提供することにある。

【００１３】

【課題を解決するための手段】

本発明の弾性表面波共振子は、圧電体平板上の伝播方向ｘに弾性表面波を励振する１個のすだれ状電極とその伝播方向両側に配置した１対の反射器とからなる弾性表面波共振子について、
前記すだれ状電極が、３つの領域に区分されかつ、各領域の前記すだれ状電極の電極指を２％以内で異なる一定の周期長で形成して、単峰性の共振特性を有する弾性表面波共振子において、

前記のすだれ状電極領域における振動変位包絡線振幅の規格化した形が、中央位置において最大値１をとり、両端から1/4の位置において、0.33から0.53の範囲、両端位置において0.048から0.177範囲の値を滑らかにとる形状であることを特徴とする。

【００１４】

上記構成によれば、従来の標準型の変位N0(x)に対してIDTの両端部位置での変位振幅が0.177/0.30＝0.59(約1/2)　から0.048/0.30＝0.16(約1/6)に減少して、エネルギの集中度が向上する。結果として、同一の本数Nからなり振幅を１/Rに減少させる反射器を使用した場合において、反射器端部からSAW共振子の外側にリークする弾性表面波も従来比で約1/2から1/6範囲に減少して、SAW共振子のＱ値が、理論的には振幅の２乗換算となって、４倍から３６倍に増加することができる。また等価直列抵抗R1は、R1＝ωＬ１／Ｑの関係から、1/4から1/36に低減することが可能となる。また、SAW共振子のＱ値を同一に保つのであれば、その分だけ反射器の電極導体本数を少なくして寸法を減少させることができる。実際には、SAW共振子のエネルギ損失には種々の要因があるため、実質的にはR1で約1/2，Ｑ値にして２倍、素子サイズで20～30％の減少するという効果を有する。

本発明の弾性表面波共振子は、前記３つの領域に区分されたすだれ状電極の配列周期長について、両側に配置したすだれ状電極の配列周期長がＰＴｓ、中央に配置したすだれ状電極の配列周期長がＰＴｃ、反射器の配列周期長ＰＲの寸法間の大小を、ＰＲ＞ＰＴｓ＞ＰＴｃの関係に設定し、ＰＴｃ／ＰＴｓの比が0.985から0.995の範囲であり、ＰＲ／ＰＴｓは1.0から1.01の範囲であり、

前記中央に配置したすだれ状電極の対数をＭｃとし、全体の対数Ｍとの比であるＭｃ／Ｍが0.1から0.6の範囲であることを特徴とする。

【００１５】

上記構成範囲であれば、前記圧電体平板が従来の水晶STカットの場合、あるいは水晶回転Ｙ板を電気軸（Ｘ軸）回りに反時計方向に回転し、かつ弾性表面波の伝播方向を、前記電気軸（Ｘ軸）より面内回転した回転STカット水晶板(R-ST基板)上に形成した弾性表面波共振子のQ値とR1を最良の水準に実現できる。

【００１６】

本発明の弾性表面波共振子は、前述の振動変位包絡線振幅の規格化した形状を有するためのより具体的な構成条件として、前記すだれ状電極と反射器はアルミニウム金属からなり、また前記すだれ状電極は正負電極指を１対としてＭ対、前記反射器はＮ本の電極導体からなり、それらの総和Ｍ＋Ｎを180から240の範囲となし、かつ前記すだれ状電極の対数Ｍは50から120の範囲であり、

前記電極１本当りの弾性表面波の反射係数γが0.005から0.015の範囲として、すだれ状電極全体が有するトータル反射係数Γを1.8＞Γ＞0.25であり、

前記反射器と前記すだれ状電極間の最も近接した平行導体間の距離は、すだれ状電極の１周期長が有するラインとスペースのうちスペースからなり、

前記すだれ状電極の配列周期長ＰＴｓ、ＰＴｃ、反射器の配列周期長ＰＲの寸法を、ＰＲ＞ＰＴｓ＞ＰＴｃの関係に設定し、ＰＴｃ／ＰＴｓの比が0.985から0.995の範囲であり、ＰＲ／ＰＴｓは1.0から1.01の範囲であり、前記中央に配置したすだれ状電極の対数をＭｃとし、全体の対数Ｍとの比であるＭｃ／Ｍが0.1から0.6の範囲であることを特徴とする。

【００１７】

上記構成範囲であれば、ことに周波数温度特性が従来の1/2に改善できるが、前記反射係数γが約半分（0.005から0.015）と小さい圧電体平板である水晶回転STカット水晶板(R-ST基板)上に形成した弾性表面波共振子のQ値とR1を最良水準にして小型化を実現できる効果を有する。

【００１８】

本発明の弾性表面波共振子は、前述の振動変位包絡線振幅の規格化した形状を有するための前記圧電体平板の条件として、水晶回転Ｙ板を電気軸（Ｘ軸）回りに反時計方向に回転角θ＝３１度から４２度回転し、かつ弾性表面波の伝播方向

ｘを、前記水晶電気軸（Ｘ軸）より４０度から４６度の範囲で面内回転した回転STカット水晶板を使用することを特徴とする。

【００１９】

上記構成とすれば、本発明の手法を適用して従来と比較して特性が劣化させずに、弾性表面波共振子の周波数温度特性を0℃から70℃範囲において従来の1/2の約半分（精度±20ｐｐｍ）に改善して、全体で±50ｐｐｍの従来になく高精度な水晶SAW発振器が実現できるという効果を有する。

【００２０】

本発明の弾性表面波共振子は、前記Ｍが100±5、Ｎが80から140の範囲、ＰＴｃ／ＰＴｓの比が0.995±0.001、全体の対数Ｍとの比であるＭｃ／Ｍが0.5±0.05であることを特徴とする。

【００２１】

上記構成とすれば、12000程度の高Q値(従来の2倍)かつ、主振動モードの共振周波数の下側10000ppmの区間内1202(図12)にはスプリアスが存在しないことから、この範囲内において周波数ジャンプ現象が生じないため、広帯域幅にわたって周波数を可変できるSAW-VCSOが実現できる。

【００２２】

【発明の実施の形態】

水晶からなる圧電体材料から前述のSTカットあるいは回転STカット平板（R-ST基板）を切り出して(図13参照)、その表面を鏡面研磨した後、レイリー型あるいはSTW型弾性表面波の位相伝搬方向ｘに対して直交して、例えば金属アルミニウムからなる多数の平行導体の電極指を周期的に配置したIDTを形成し、さらには、その両側に一対の反射器を多数のストリップ形状からなる電極導体を平行にかつ周期的に配置して構成し、１ポート型のSAW共振子を形成する。

【００２３】

以下本発明の１ポート型のSAW共振子の実施の形態について、まず理解を容易ならしめるために、図５によって具体的な実施例の構成を説明した後、図１において、図５の構成を一例として得られる本発明の根幹を規定する振動変位の形態を明らかにし、さらに図３、図４、図６、図７、図８、図９、図１０、図１１、

図１２において、本発明の弾性表面波共振子が有する特性を詳細に説明する。

【００２４】

（実施例）

図５は請求項２と請求項３の発明に係わる弾性表面波共振子（以下略して本素子と称す）の一実施例について、前述の図１３の方位基板にて得られる圧電体平板上に形成した電極パターンを図示したものである。

【００２５】

図５中の各部位の名称は、500は前述の図１３の方位基板からなる圧電体平板、圧電体平板上の519は本素子に利用する弾性表面波の伝播方向であるｘ軸である。水平な破線で区分された区間において形成された電極パターンの全体からなる各々の部位は、最下部の501と最上部の502は本素子の反射器１と反射器２である。503と504と505は全体ですだれ状電極(以下略してIDT：Interdegital Transducerと称す)を構成する。3個に区分されたIDTは503を端部IDT1、504を端部IDT2、505を中央IDTと呼ぶことにする。反射器１と反射器２における、506と507等はアルミニウム金属からなる電極導体ストリップ群であって、摂動効果により弾性表面波を反射する役目を果たす。前記IDTにおける、516等は正負の電極指であって、正負を１対として全体でＭ対、中央IDTではMc対、端部IDT１と端部IDT2では各々（M-Mc）/2対が形成されている。前記３個のIDT　503、504、505の電極指群516等を縦に一体化して接続する512は給電導体（ブスバー）と呼ばれるものである。

また図５中の記号513と518のPRは、反射器１、反射器２の導体ストリップの配列周期長であり、導体ストリップの幅ＬＲと導体ストリップ間のすきま長ＳＲの和、ＰＲ＝ＬＲ＋ＳＲである。また、509と511、508と510の寸法は、各々前記IDTにおける電極指の線幅ＬＴとそれらの間隙長（スペース）ＳＴである。さらに、514と517で指定される配列周期長PTｓは、端部IDT１と端部IDT2の配列周期長であり、前記電極指の線幅ＬＴとそれらの間隙長（スペース）ＳＴの和である。515のPTcは中央IDTの配列周期長である。また、523と524の寸法Gは端部IDT１と端部IDT2のスペースSTに等しく設定する。

【００２６】

つぎに本素子における前記記号PR、PTｓ、PTｃで表わされるの寸法値の適正な設定について説明する。図５の本素子の右側に配置して図示した横軸520と縦軸521からなる図は、本素子のｘ座標位置に対応した前記配列周期長P(x) の関係、すなはちPR、PTｓ、PTｃの寸法比較特性線522を表している。寸法長PR、PTｓ、PTｃは各区間において一定であり、従ってP(x)は階段状の関数で表される。従ってすだれ状電極の線幅LTについては、前記の寸法比LT/STもIDTの３区間とも一定値とする場合には、すだれ状電極の各線幅LTは各区間内では加工バラツキを除けば一定値をとる。さらに特別には、線幅比ＰＴｃ／ＰＴｓが1に近いことから、線幅LをIDTの３区間とも一定とすることもできる。前記IDTの線幅Lは、電極１本当りの反射係数率ｂが最大となるような値に設定することが多い。図１３の面内回転STカット水晶板については、全IDTと反射器ともLT/ST比は0.42から0.67範囲である。弾性表面波の波長λの１／４また膜厚Hも加工バラツキを除けば同様に一定値に設定する。

【００２７】

具体的には、前記すだれ状電極（IDT）の配列周期長ＰＴｓ、ＰＴｃ、反射器の配列周期長ＰＲの寸法を、ＰＲ＞ＰＴｓ＞ＰＴｃの関係に設定し、ＰＴｃ／ＰＴｓの比が0.985から0.995の範囲であり、ＰＲ／ＰＴｓは1.0から1.01の範囲であり、前記中央に配置したすだれ状電極の対数をＭｃとし、全体の対数Ｍとの比であるＭｃ／Ｍが0.1から0.6の範囲とする。この構成条件の根拠については、後述の特性図において示す。

【００２８】

ここで、本発明の実現性を判断する要因である「前記線幅比ＰＴｃ／ＰＴｓが0.985から0.995の範囲」についての加工の可否につき言及する。素子周波数ｆ(MHz)と前記寸法ＰＴｃ，ＰＴｓ（μｍ）の間には、利用する弾性表面波の速度Vｓを3100　m/sとして、PTｃ，PTs=Vs/(2f)の関係がある。本発明がことに低周波数において加工上有利であることは明らかであるが、ことに低周波数において小型化が困難となることも事実である。一例として、ｆ＝200MHｚにすると、PTｓが7.750μｍ、PTｃはPTｓの0.995として7.711μｍとなる。両者の差は0.039μｍとなる。この加工精度分解能は、5倍に縮小露光可能な投影機に使用するマスク精

度に換算すると、0.195μｍとなって、電子ビーム露光機の現行分解能0.01μｍに対して十分な大きさとなって実現可能である。寸法PTｃのIDT領域の対数Mcが20対であれば、該当する領域の5倍となるマスク寸法差は0.039×20×2×5＝7.8μｍとなって十分計測識別可能である。

【００２９】

さらに詳細に構成条件を規定すれば、つぎのように言える。前記すだれ状電極と反射器はアルミニウム金属からなり、また前記すだれ状電極は正負電極指を１対としてＭ対、前記反射器はＮ本の電極導体からなり、それらの総和Ｍ＋Ｎを180から240の範囲となし、かつ前記すだれ状電極の対数Ｍは50から120の範囲であり、

前記電極１本当りの弾性表面波の反射係数γが0.005から0.015の範囲として、すだれ状電極全体が有するトータル反射係数Γを1.8＞Γ＞0.25であり、

前記反射器と前記すだれ状電極間の最も近接した平行導体間の距離は、すだれ状電極の１周期長が有するラインLTとスペースSTのうちスペースSTからなり、

前記すだれ状電極の配列周期長ＰＴｓ、ＰＴｃ、反射器の配列周期長ＰＲの寸法を、ＰＲ＞ＰＴｓ＞ＰＴｃの関係に設定し、ＰＴｃ／ＰＴｓの比が0.985から0.995の範囲であり、ＰＲ／ＰＴｓは1.0から1.01の範囲であり、前記中央に配置したすだれ状電極の対数をＭｃとし、全体の対数Ｍとの比であるＭｃ／Ｍが0.1から0.6の範囲である。またあらためて、前記圧電体平板の条件として、水晶回転Ｙ板を電気軸（Ｘ軸）回りに反時計方向に回転角θ＝３１度から４２度回転し、かつ弾性表面波の伝播方向を、前記電気軸（Ｘ軸）より４０度から４６度の範囲で面内回転した回転STカット水晶板を使用する。

若干の説明を追加すると、STカットにおいて、前述の式（１）において述べた良好なSAW共振子を構成する全反射係数の範囲は10＞Γ＞0.8である。また最小のＭは80対であるから、電極１本当りの弾性表面波の反射係数γはγ＝Γ／M＝0.8／80＝0.01（1%）と見なしていることになる。またSTカットにおいては、前記の総和Ｍ＋Ｎは200が素子最小サイズであることが経験的に知られている。従って、回転STカット水晶板(R-ST基板)を使用した従来技術においては、前記の反射係数γが約半分となるから、前記の総和Ｍ＋Ｎは400となるか、あるいは総和Ｍ

＋Ｎが200として構成するとQ値が半分の6000、あるいはR1にして２倍の32Ωとなってしまう。これに対して本発明によれば、R-ST基板の前記反射係数γの範囲を0.005から0.015とみなし、反射係数γが半分の0.005においても総和Ｍ＋Ｎが180～240かつ、対数Ｍが50から120の範囲において良好な特性が得られるものである。このときIDTが有する全反射係数はΓは、0.005×50（本）＝0.25から0.015×120(本)＝1.8の範囲をとる。

【００３０】

つぎに図１において、図５の構成を一例として得られる本発明の根幹を特徴的に規定する振動変位の形態を示す。

【００３１】

図１は請求項１の発明に係わる、最近開発した計算手法により、振動変位の状態を従来の図２と同様に計算した変位図である。前記計算手法を若干説明すると、素子状態変数Wとして、W＝{右側進行波R(x)、左側進行波L(x)、電圧V、電流I(x)}の組み合わせをとるものであり、従来一般的な等価回路法と比較して、振動変位が直接的に求まるため便利である。前記の振動変位とは、時間とともに周期的に定常振動する振幅変位の最大値を結んだ包絡線振幅U(x){＝R(x)＋L(x)}である(図中の曲線100と101)。図１中の横軸は、両側2個の反射器とIDTから構成されるSAW共振子の電極導体１本のなす線幅LRあるいはLTの中央位置(節点)の位置座標を示し、縦軸の左側は前記U(x)の相対値を、右側のN(x)は前記U(x)がとりうる最大値であるUmaxにて、U(x)を規格化して得られるN(x)＝Ｕ（ｘ）/Umaxの値である。ＰＴｃ／ＰＴｓの比が0.985から0.995の範囲においては、前記Umaxは6.2（曲線100のＰＴｃ／ＰＴｓ＝0.995の場合）から14.0（曲線101のＰＴｃ／ＰＴｓ＝0.985の場合）の値であった。また同図上部に示した0から1の座標は、IDTの前記位置座標をIDTの全長にて規格化した座標値であって、片方の端を０、もう一方の端を１としてある。

【００３２】

本発明においては、前記の規格化振幅N(x)は、全体からなるIDT領域の中央位置である全長の1/2において、N(x)＝１であり、1/4と3/４において0.33から0.53であり、IDTの両端0、1において0.048から0.177の値をとり、従来の標準型であ

るN0(x)より著しく中央の変位が大きな、すなわち中央にエネルギの集中した滑らかな関数をとっていることがわかる。

【００３３】

つぎに図３(a)と図３(b)は、SAW共振子の共振周波数解を与える条件方程式における、周波数－対－条件方程式の誤差εの関係を与える図である(前記条件方程式については、紙面の都合上省いた)。従来品の場合は図３(a)の曲線301であり、図１と図５の本発明の場合は図３(b)の曲線302のである。横軸は周波数であって、周波数変化率ｄｆ／ｆ(ppm単位)で示した。縦軸は根を与える条件方程式の誤差εであり、ε＝０が共振周波数点を与える。本発明の主共振周波数は、従来の-20010ppm（図３(a)の311点）から上側の-18090ppm（図３(b)の312点）へと特徴的に変化していることがわかる。

【００３４】

さらにまた、本発明のSAW共振子が従来と異なるものである根拠として、本発明になるSAW共振子が有するインピーダンスZ(f)の周波数特性(共振特性)を図４に示す（曲線400）。同図の横軸は、周波数であるが周波数変化率ｄｆ／ｆ(ppm単位)であり、縦軸はSAW共振子のインピーダンスZ(f)の対数表示($20LOG_{10}Z(f)$)である。401の主振動モードの下側4000から5000ppmに存在する振幅の小さな共振402が従来の主振動モードに相当するが、ここではスプリアスである。

つぎに本発明になる図１と図５の構成条件が与える特性につき説明する。

【００３５】

図６は、電極の線幅比である前記ＰＴｃ／ＰＴｓの比をPTNGとして横軸に表し、縦軸にSAW共振子の等価直列抵抗R1（Ω）を示す。図中、括弧内のETAは前記中央に配置したすだれ状電極の対数をＭｃとし、全体の対数Ｍとの比Ｍｃ／Ｍである。同図曲線601はETA=0.1の場合であり、曲線602はETA=0.2の場合であり、曲線603はETA=0.3の場合である。比Ｍｃ／Ｍが0.1から0.3の範囲においては、前記PTNG=ＰＴｃ／ＰＴｓが0.985から0.995の範囲においてほぼ最小のR1をとることがわかる(破線枠内)。

【００３６】

図６において、電極の線幅比PTNG＝1が従来の設計条件であつて、R1＝約25（

Ω）を与える。それに対して本発明は、前記PTNG=ＰＴｃ／ＰＴｓが0.985から0.995の範囲、さらに限定すればＰＴｃ／ＰＴｓが0.995±0.001範囲においてほぼ最小のR1（16Ω）をとって、CI値の大幅な改善ができることを初めて見出したものである。

【００３７】

図７は、前記線幅比PTNG(横軸)に対する本発明のSAW共振子のQ値（縦軸）の関係を図示したものである。曲線701は前記ETA=0.1の場合であり、曲線702は前記ETA=0.2の場合であり、曲線703は前記ETA=0.3の場合である。ETAが0.1から0.3の範囲に対して、各々のETAに対して最大のQ値を与えるPTNGは0.985から0.995の範囲に在ることがわかる。ETAの増加に従い、最大のQ値あるいは最小のR1を与えるPTNGは増加するが、ETA の0.1から0.6の範囲にたいしてPTNG=0.995は、良好な特性水準を与えることを計算により確認した。

【００３８】

図８は、前記中央IDTの割合であるETA＝Mc/M(横軸)に対する、本発明のSAW共振子の等価直列抵抗R1（Ω）（縦軸）の関係を図示したものである。曲線801は前記全IDT対数M=170かつ反射器の導体本数N＝76の場合であり、曲線802は前記全IDT対数M=240かつ反射器の導体本数N＝6の場合である。M/（M+N）の比が0.69から0.97と大きく変わったにもかかわらず、ETAが0.1から0.6の範囲に対して、R1はほぼ平坦で良好な16Ωを示していることがわかる(従来技術においては、平均32Ωの水準となる)。ただし、この場合においてPTNGは0.995としたが、他の0.985から0.995の範囲においても同様な傾向を呈していた。

【００３９】

図９は、前記中央IDTの割合であるETA＝Mc/M(横軸)に対する、本発明のSAW共振子のQ値（縦軸）の関係を図示したものである。曲線901は前記全IDT対数M=170かつ反射器の導体本数N＝76の場合であり、曲線902は前記全IDT対数M=240かつ反射器の導体本数N＝6の場合である。M/（M+N）の比が0.69から0.97と大きく変わったにもかかわらず、ETAが0.2から0.6の範囲に対して、Q値はほぼ平坦で良好な10000を示していることがわかる(従来技術においては、平均6000の水準となる)。ただし、この場合においてPTNGは0.995としたが、他の0.985から0.995の範囲

においても同様な傾向を呈する。

【0040】

図１０は、全IDTの対数M(横軸)に対する、本発明のSAW共振子の等価直列抵抗R1（Ω）（縦軸）の関係を図示したものである。曲線1001は前記ETA=0.1の場合であり、曲線1002は前記ETA=0.2の場合であり、曲線1003は前記ETA=0.3の場合であり、曲線1005は前記ETA=0.5の場合である。ETAが0.2から0.5の範囲においては、ほぼ同水準のR1の値となり、Mの増加に従い緩やかに減少する傾向を示していることがわかる。ただしPTNGは0.985から0.995の範囲とした。

【0041】

図１１は、全IDTの対数M(横軸)に対する、本発明のSAW共振子のQ値（縦軸）の関係を図示したものである。曲線1101は前記ETA=0.1の場合であり、曲線1102は前記ETA=0.2の場合であり、曲線1103は前記ETA=0.3の場合であり、さらに曲線1104は前記ETA=0.5の場合である。ETAが0.2から0.5の範囲においては、ほぼ同水準のQ＝10000の値となり、Mの増加に従い緩やかに減少する傾向を示していることがわかる。ことに、M=100、N=140かつETA=0.5においては、従来になく大きなQ=12500が得られた。ただしPTNGは0.985から0.995の範囲とした。

【0042】

図１２は本発明において、特にスプリアス共振が存在しない条件とした場合のSAW共振子が有するインピーダンスZ(f)の周波数特性(共振特性)を示す（曲線1200）。同図の横軸は、周波数であるが周波数変化率ｄｆ／ｆ（ppm単位）であらわした。縦軸はSAW共振子のインピーダンスZ(f)の対数表示(20LOG10Z(f))である。1201の主振動モードである-6000ppmの下側10000ppmの区間内1202にはスプリアスが存在していないことがわかる。この特性を実現する本発明の構成条件は、M=100±5、N=180～240、PTNG=0.995±0.001、ETA=0.5±0.05、電極指交差幅は48波長であった。この場合の周波数312MHｚのSAW共振子のQ値が12400、R1が22Ω、C1=1.84ｆF、C0=3.84ｐF，容量比C0/C1が2086である。ただし、R1が22Ωと比較的大きな値となるのは、C1が小さくなるためである。

【0043】

以上のとおり、本発明が水晶のみからなる基板について、レイリー型及びＳＴ

Ｗ型の弾性表面波を利用した弾性表面波共振子の構成および特性につき説明したが、前記基板が水晶以外でも、また基板表面に$\mathrm{SiO_2}$、ＺｎＯ等の薄膜が本素子の特性を損なわない程度に形成されても、本発明の構成条件が満足される範囲であれば有効であることを付け加える。

【図面の簡単な説明】

【図１】　本発明の弾性表面波共振子の一実施例が有する振動変位を示す図。

【図２】　従来の弾性表面波共振子の一例が有する振動変位を示す図。

【図３】　従来(a)と本発明(b)のSAW共振子の共振周波数を与える根軌跡図。

【図４】　本発明のSAW共振子が有するZ(f)の周波数特性を示す特性図。

【図５】　本発明のＳＡＷ共振子の一実施例が有する電極パターンの平面図。

【図６】　本発明のＳＡＷ共振子が有するPTNG対R1特性を示す特性図

【図７】　本発明のＳＡＷ共振子が有するPTNG対Q値の関係を示す特性図。

【図８】　本発明のＳＡＷ共振子が有するETA対R1の関係を示す特性図。

【図９】　本発明のＳＡＷ共振子が有するETA対Q値の関係を示す特性図。

【図１０】　本発明のＳＡＷ共振子が有するM対R1の関係を示す特性図。

【図１１】　本発明のＳＡＷ共振子が有するM対Q値の関係を示す特性図。

【図１２】　本発明のＳＡＷ共振子が有する他のZ(f)の周波数特性を示す特性図。

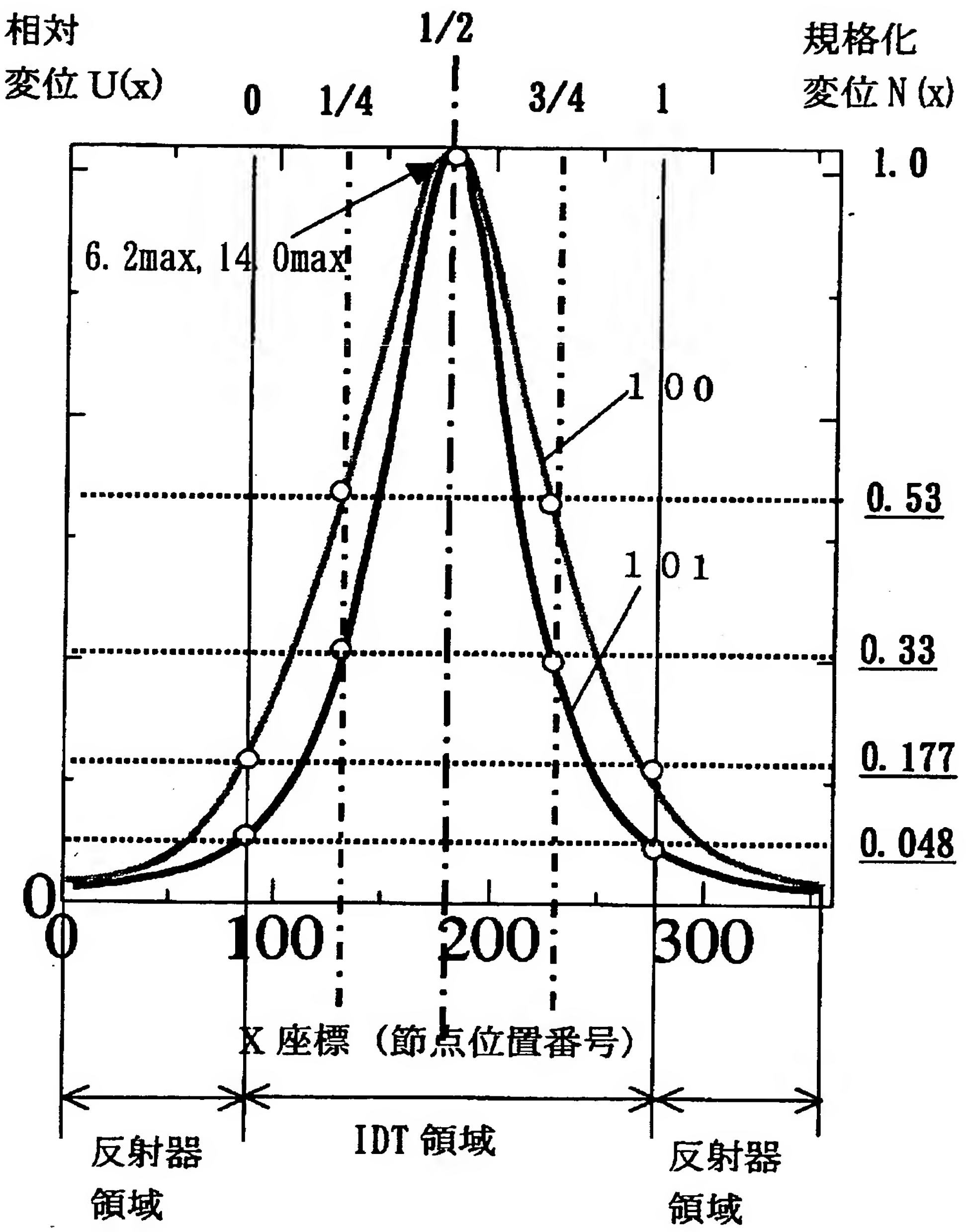
【図１３】　本発明の図１と図５に使用する圧電体平板の切断方位図。

【符号の説明】

１００、１０１　振動変位の包絡線振幅

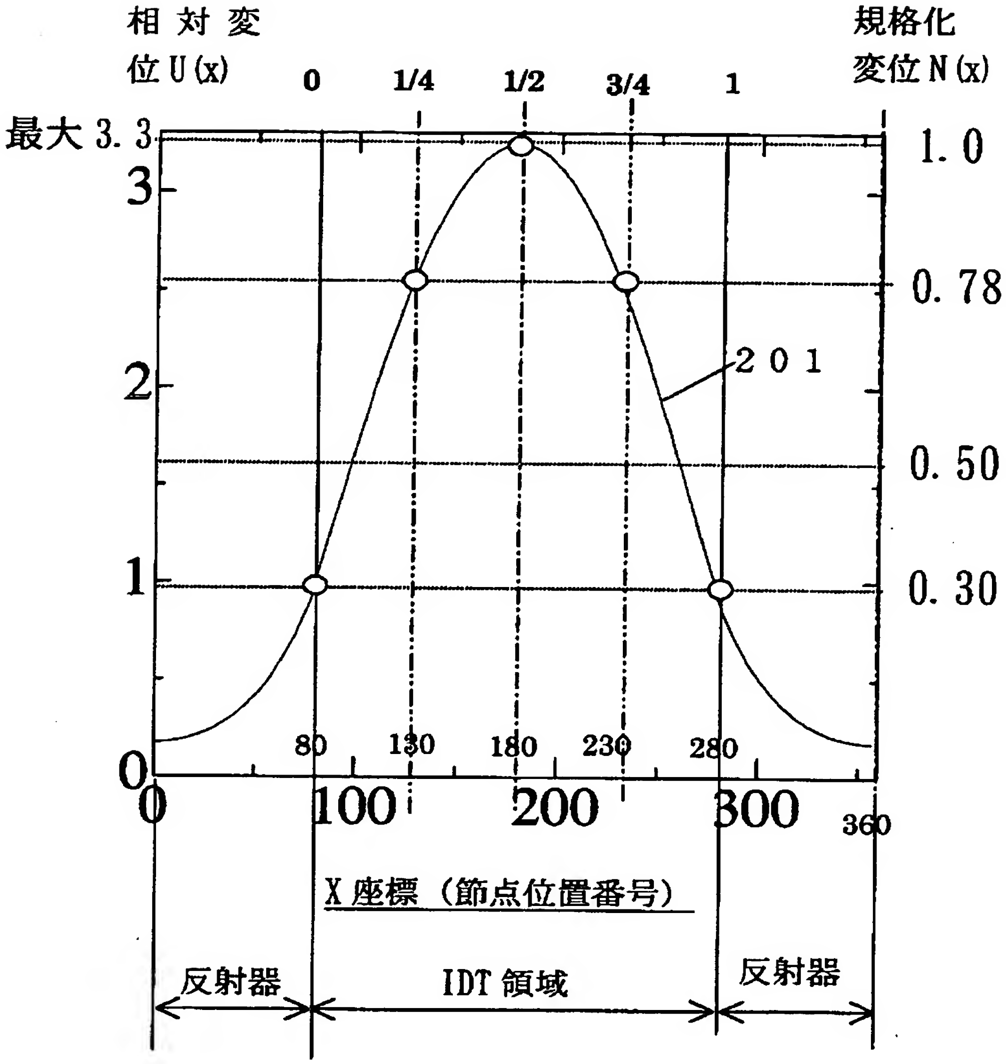
【書類名】　図面

【図１】

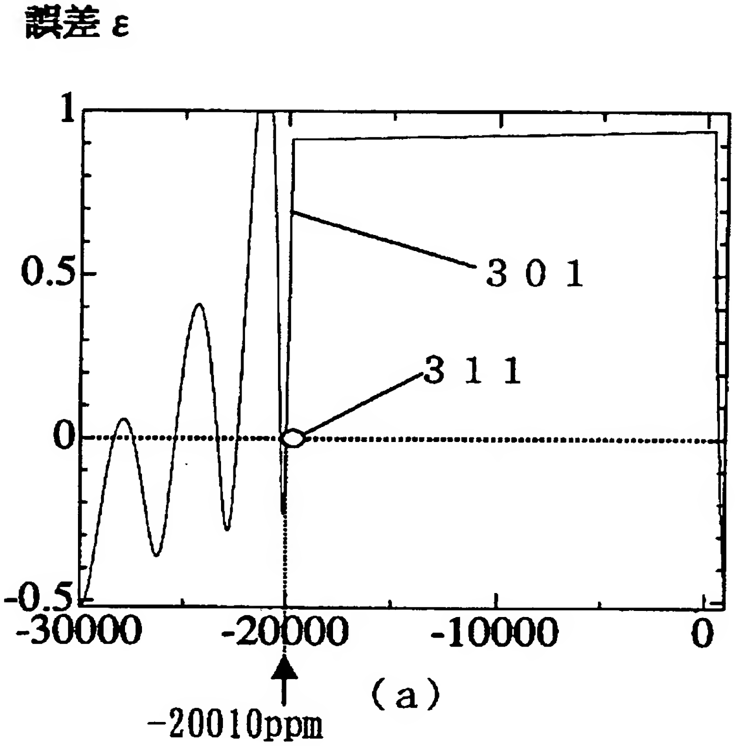


１００，１０１　振動変位の包絡線振幅

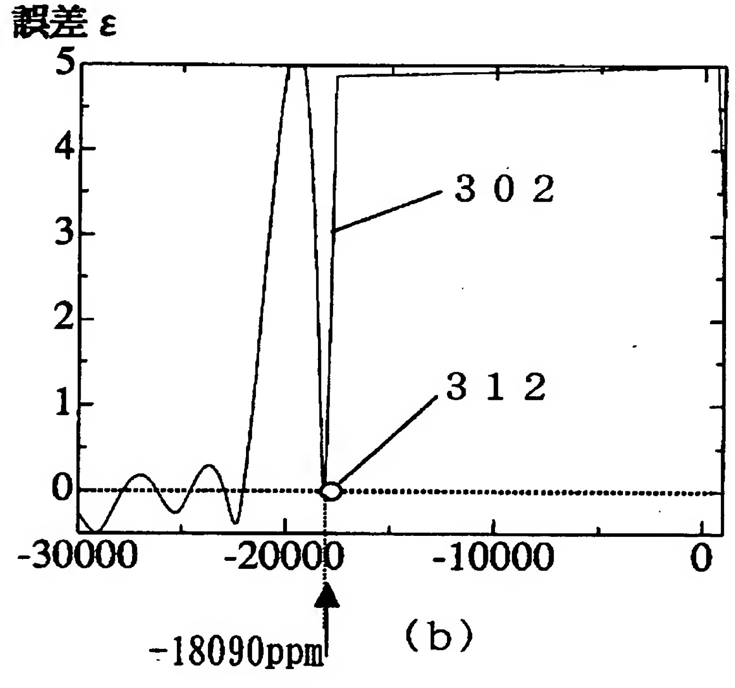
【図２】


相対変位U(x)
規格化変位N(x)
0
1/4
1/2
3/4
1
最大3.3
3
2
1
0
1.0
0.78
0.50
0.30
２０１
80
130
180
230
280
0
100
200
300
360
X座標（節点位置番号）
反射器
IDT領域
反射器

【図３】

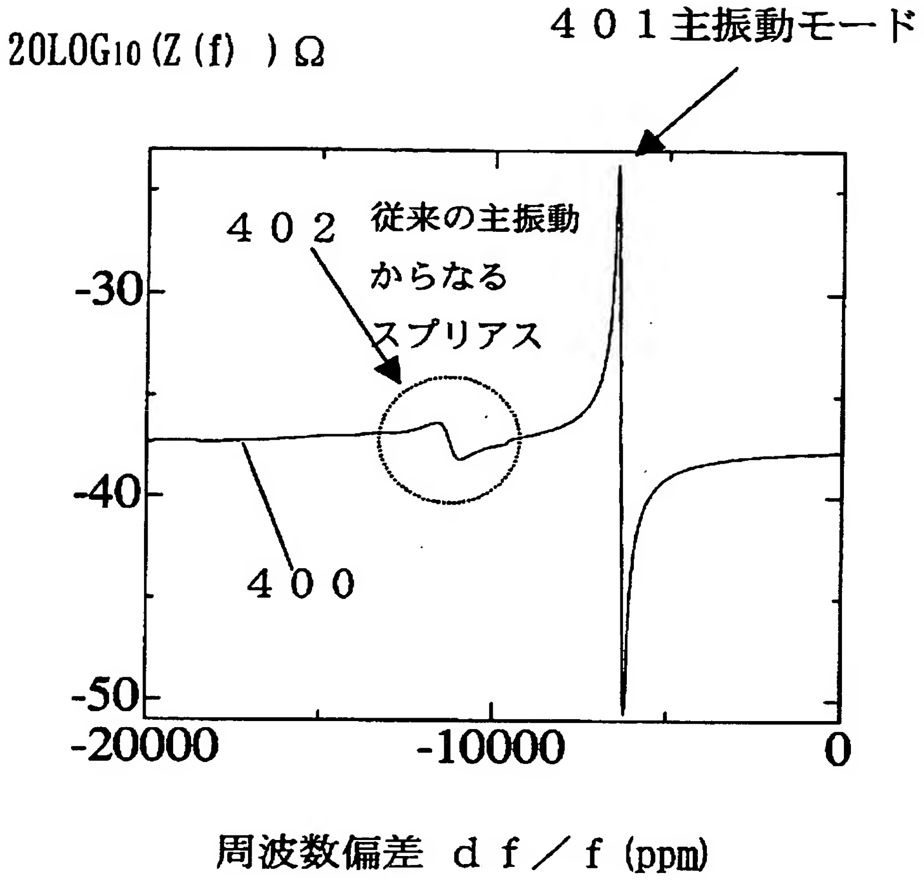

誤差 ε
1
0.5
0
-0.5
-30000
-20000
-10000
0
３０１
３１１
-20010ppm

（ａ）

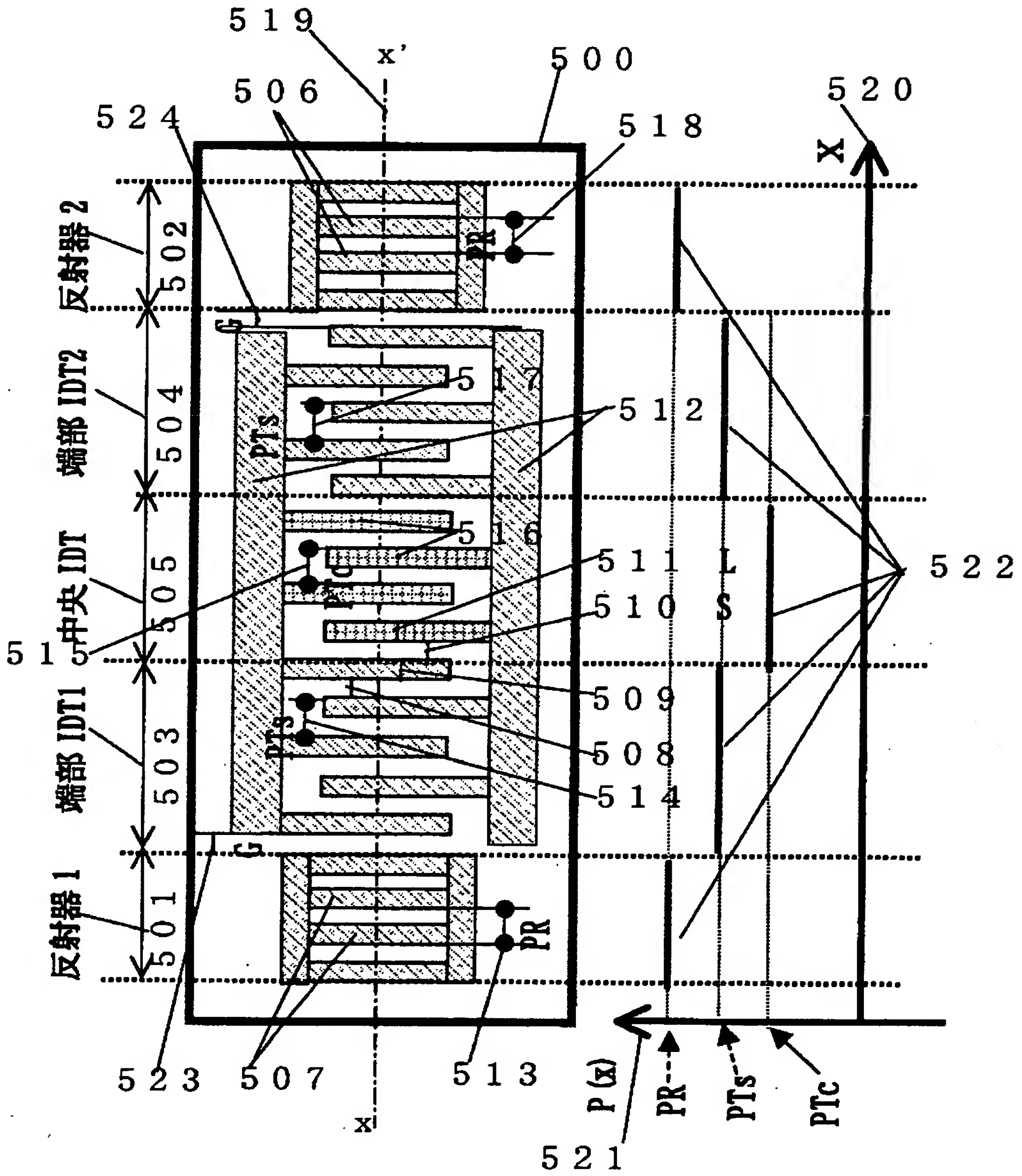

誤差 ε
5
4
3
2
1
0
-30000
-20000
-10000
0
３０２
３１２
-18090ppm

（ｂ）

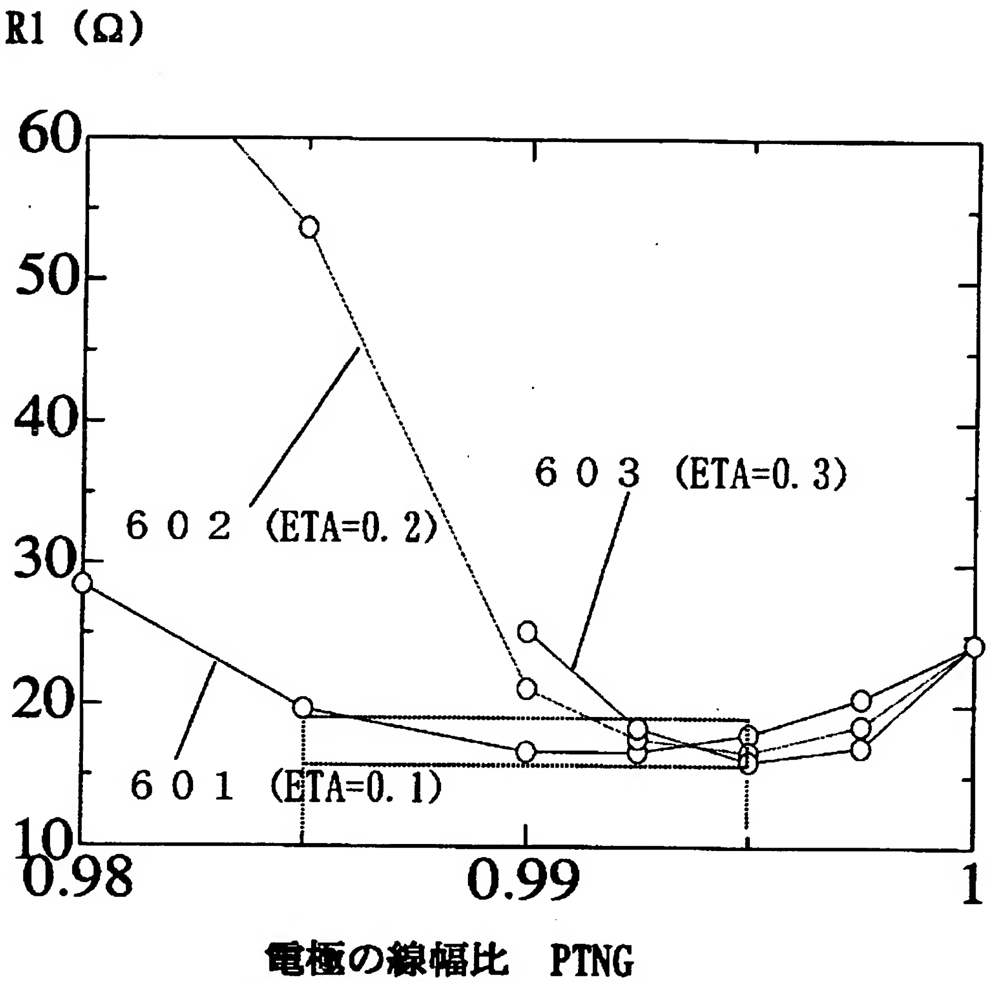
【図４】


20LOG10 (Z (f)) Ω
４０１主振動モード
４０２
従来の主振動
からなる
スプリアス
４００
-30
-40
-50
-20000
-10000
0
周波数偏差 ｄｆ／ｆ (ppm)

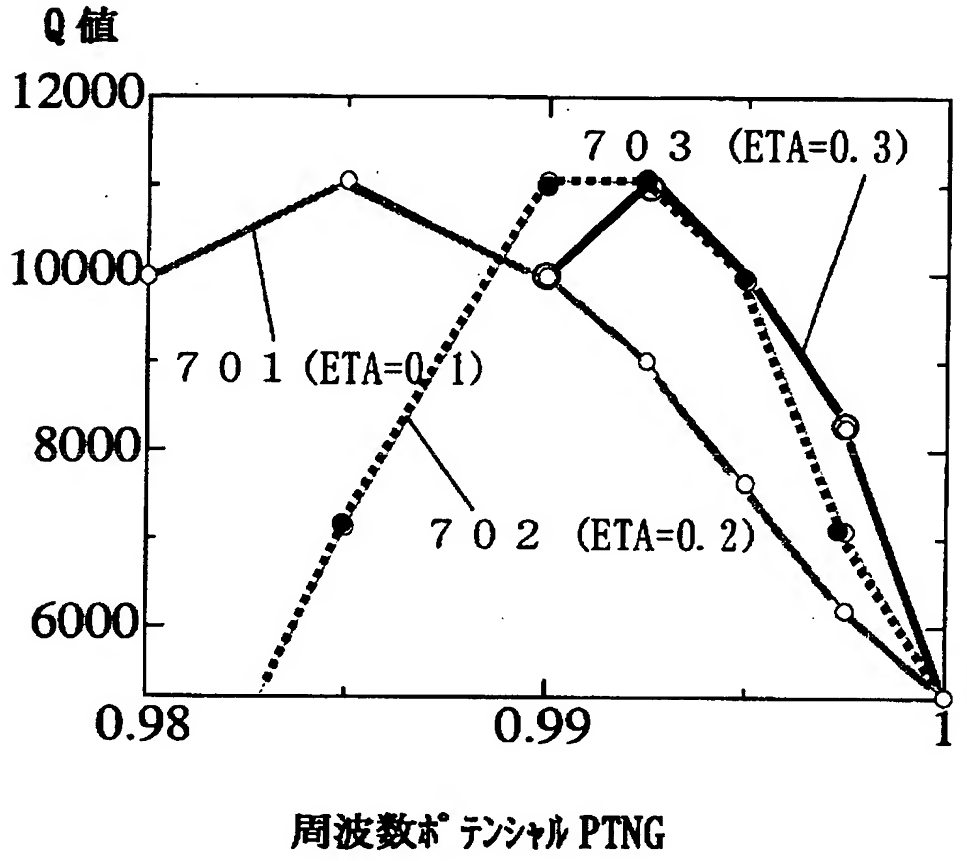
【図５】


５１９
x'
５００
５０６
５２４
５１８
５２０
X
反射器２
５０２
PR
G
端部IDT2
５０４
５１７
５１２
PTs
中央IDT
５０５
５１６
PTc
５１１
L
５１０
S
５２２
５１５
５０９
端部IDT1
５０３
PTs
５０８
５１４
G
反射器１
５０１
PR
５２３
５０７
５１３
P(x)
PR
PTs
PTc
x
５２１

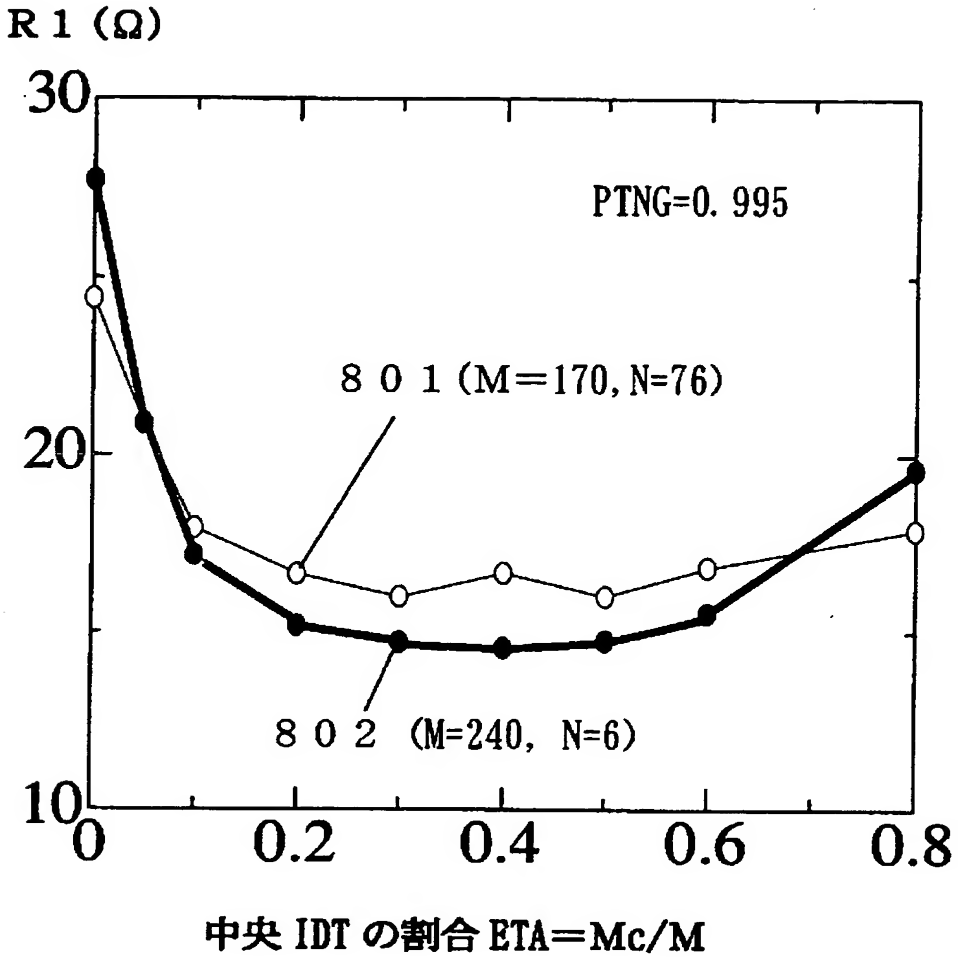
【図６】


R1 (Ω)
60
50
40
30
20
10
0.98
0.99
1
６０２ (ETA=0. 2)
６０３ (ETA=0. 3)
６０１ (ETA=0. 1)
電極の線幅比 PTNG

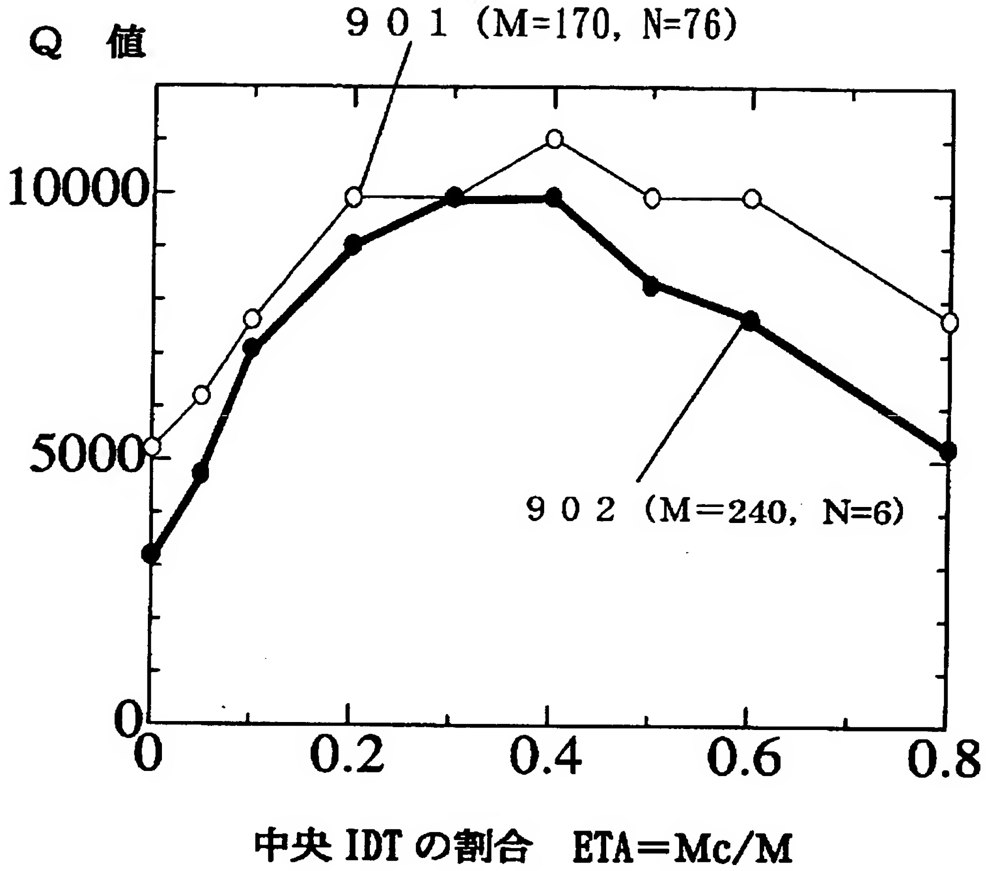
【図７】


Q値
12000
10000
8000
6000
0.98
0.99
1
７０３ (ETA=0.3)
７０１ (ETA=0.1)
７０２ (ETA=0.2)
周波数ポテンシャル PTNG

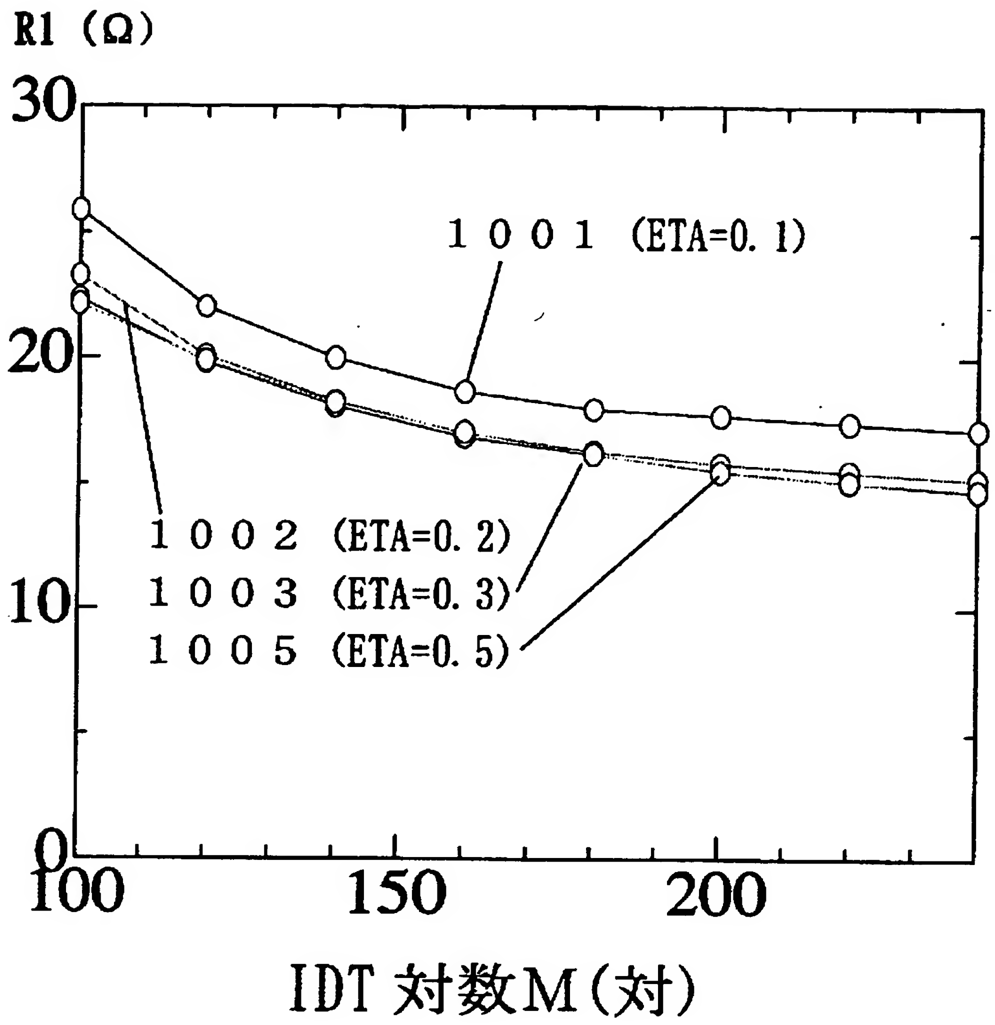
【図８】


R１（Ω）
30
20
10
0
0.2
0.4
0.6
0.8
PTNG=0. 995
８０１（M=170, N=76）
８０２ （M=240, N=6）
中央 IDT の割合 ETA=Mc/M

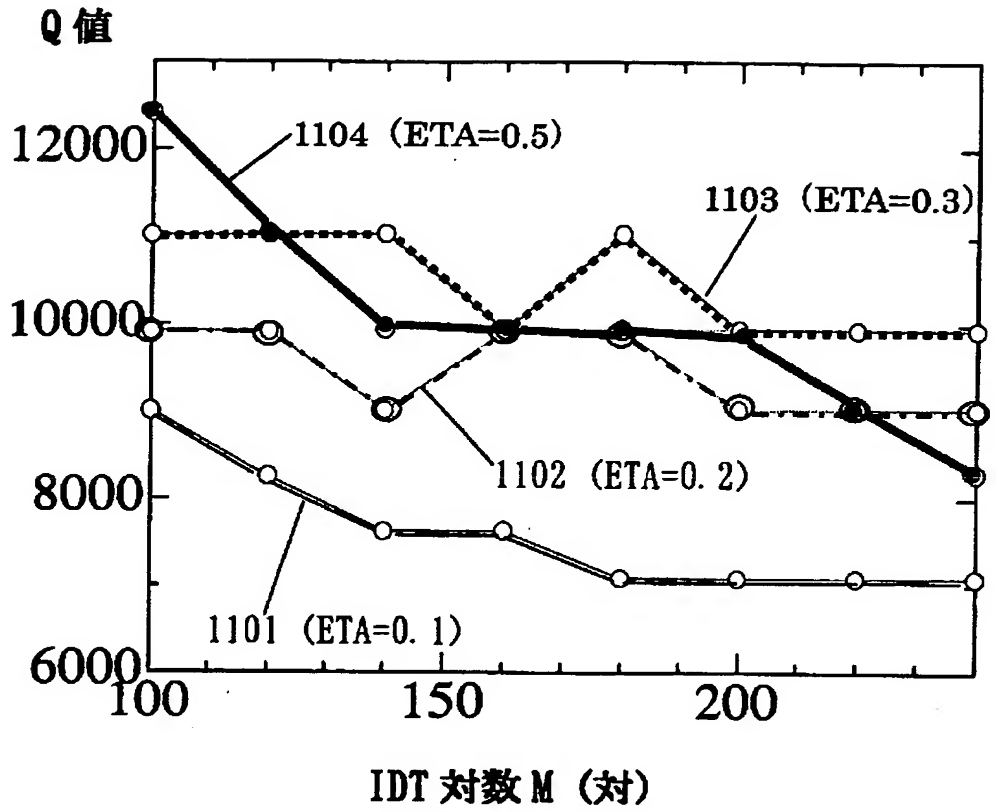
【図９】


Q 値
９０１ (M=170, N=76)
９０２ (M=240, N=6)
10000
5000
0
0
0.2
0.4
0.6
0.8
中央 IDT の割合 ETA=Mc/M

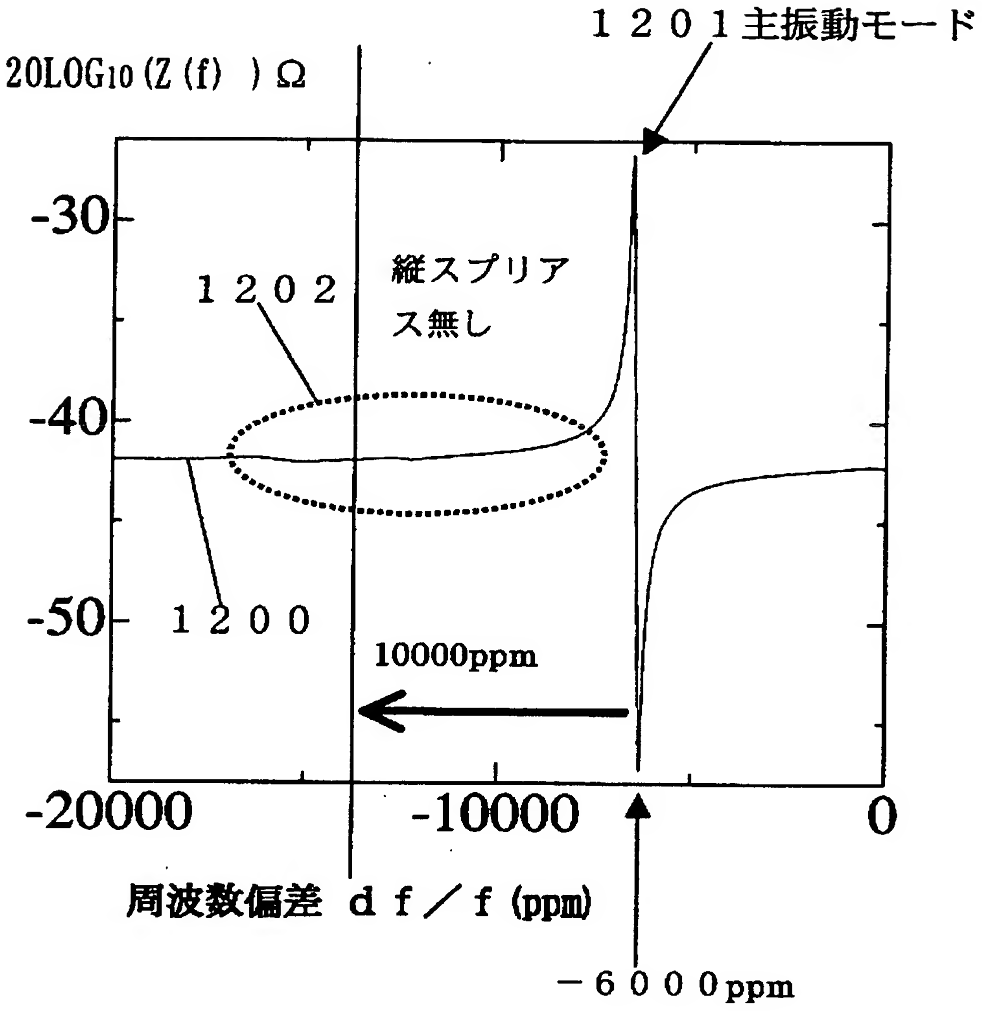
【図１０】


R1（Ω）
30
20
10
0
100
150
200
IDT 対数M(対)
１００１ (ETA=0. 1)
１００２ (ETA=0. 2)
１００３ (ETA=0. 3)
１００５ (ETA=0. 5)

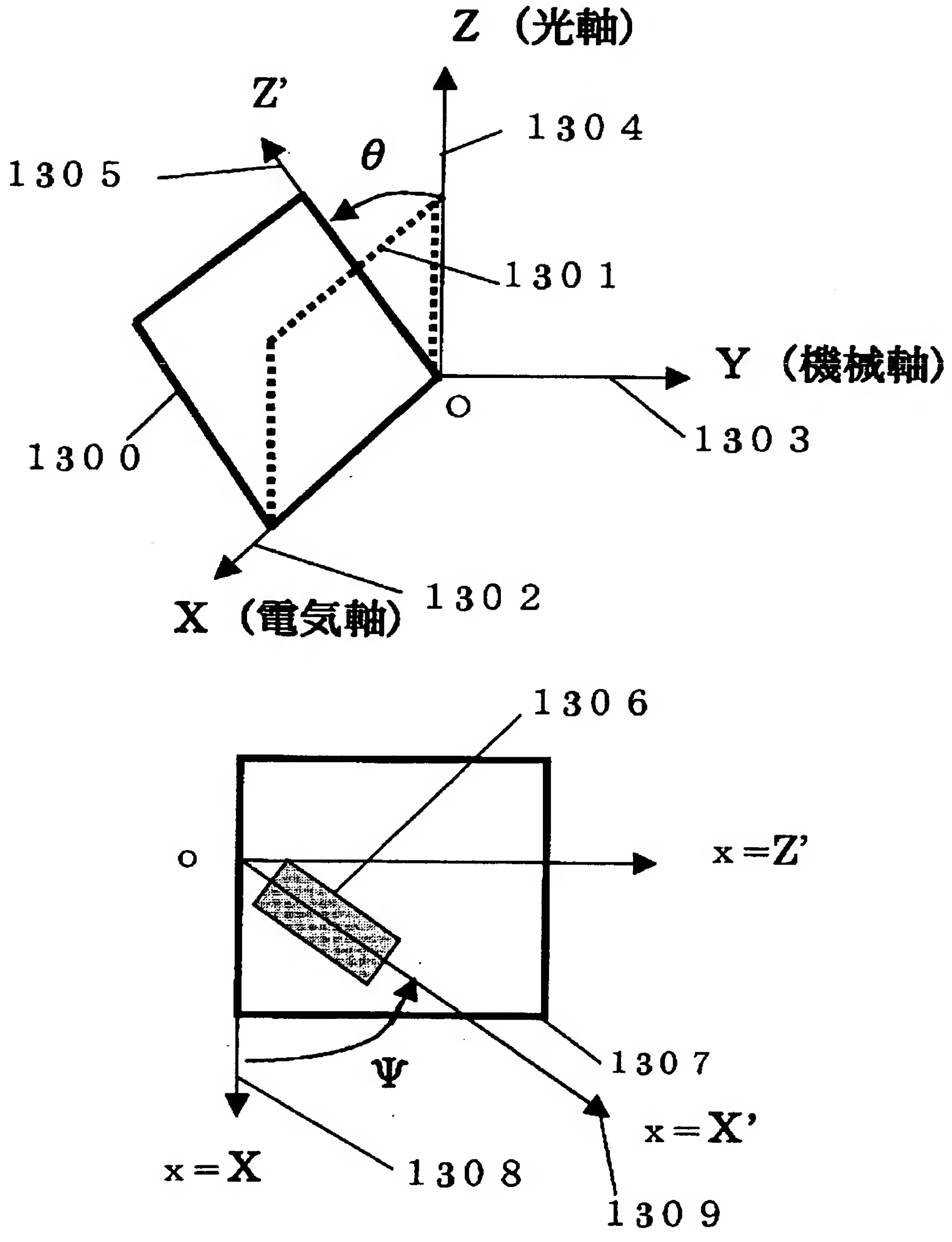
【図１１】


Q 値
12000
10000
8000
6000
100
150
200
1104（ETA=0.5）
1103（ETA=0.3）
1102（ETA=0. 2）
1101（ETA=0. 1）
IDT 対数 M（対）

【図１２】


１２０１主振動モード
20LOG10(Z(f))Ω
-30
-40
-50
縦スプリアス無し
１２０２
１２００
10000ppm
-20000
-10000
0
周波数偏差 ｄｆ／ｆ (ppm)
－６０００ppm

【図１３】


Z（光軸）
Z'
θ
１３０４
１３０５
１３０１
Y（機械軸）
O
１３００
１３０３
１３０２
X（電気軸）
１３０６
o
x＝Z'
１３０７
Ψ
x＝X'
x＝X
１３０８
１３０９

【書類名】　要約書

【要約】

【課題】　電極１本当りの弾性表面波の反射係数γが小さい基板において、弾性表面波共振子のサイズが大型化するという課題に対して、従来品と同等の素子サイズで、同等以上のＱ値あるいはＣＩ値水準を得る。

【解決手段】　圧電体平板上の伝播方向ｘに弾性表面波を励振する１個のすだれ状電極とその伝播方向両側に配置した１対の反射器とからなる弾性表面波共振子について、前記すだれ状電極が、３つの領域に区分されかつ、各領域の前記すだれ状電極の電極指を２％以内で異なる一定の周期長で形成して、単峰性の共振特性を有する弾性表面波共振子において、前記のすだれ状電極領域における振動変位包絡線振幅の規格化した形が、中央位置において最大値１をとり、両端から1/4の位置において、0.33から0.53の範囲、両端位置において0.048から0.17７範囲の値を滑らかにとる形状であることを特徴とする弾性表面波共振子。

【選択図】　図１

認定・付加情報

特許出願の番号	特願２００２－３０１７６２
受付番号	５０２０１５５６１５３
書類名	特許願
担当官	第七担当上席　　　　００９６
作成日	平成１４年１０月１７日

<認定情報・付加情報>

【提出日】	平成14年10月16日

次頁無

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号　　　　〔０００００２３６９〕

１．変更年月日　　１９９０年　８月２０日
　　［変更理由］　新規登録
　　　住　所　　東京都新宿区西新宿２丁目４番１号
　　　氏　名　　セイコーエプソン株式会社